中华人民共和国
国家卫生健康委员会主管
国内统一连续出版物号
CN 11-0269
总第754期 星期四出版 本期48版 A 骨科学 B 微生物学与免疫学 C 眼科 D 急诊医学 E 皮肤病与性病学 G 结核病学 2022年9月8日

医学参考报

骨科学专刊
Orthopedics
第九期 NO.09

二级医疗中成人原发性冻结肩的诊疗

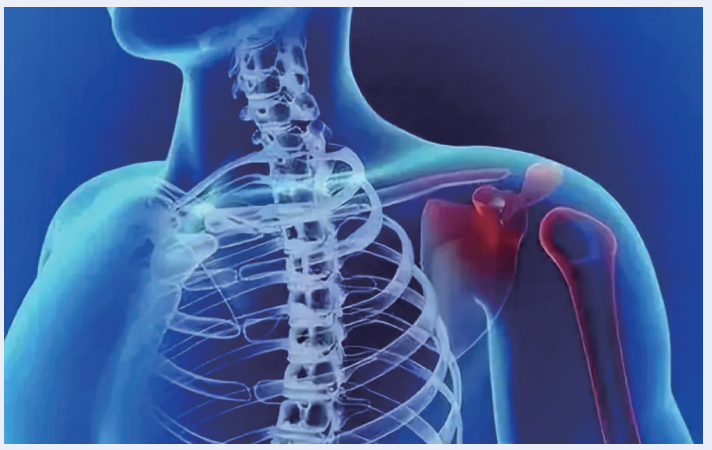
【据《Lancet》2020年10月报道】题：二级医疗中成人原发性冻结肩的诊疗（UK FROST）：一项多中心、实用、三臂、优效随机对照试验（英国约克大学 作者Rangan A等）

一、前言

冻结肩，也称为粘连性关节囊炎，好发年龄段为50~60岁。肩关节囊发炎挛缩，引起疼痛、僵硬和功能障碍。肩部疼痛与不适严重影响患者日常活动及睡眠。据估计，在荷兰，每年每1 000人中有2.4人患肩周炎，影响到8.2%的男性和10.1%的适龄女性。因确切病因不明，又被称为特发性或原发性冻结肩。许多系统性疾病和冻结肩的发病有关，包括糖尿病、心血管疾病、脑卒中和甲状腺疾病等。其中，糖尿病患者对治疗的反应性明显比非糖尿病患者差。

冻结肩主要依赖于临床诊断，表现为肩部和上臂深部疼痛隐匿发作并伴有肩部进行性僵硬、主动和被动外旋受限等。X线不作为常规检查，主要用以排除出现相似症状的肩关节炎或后脱位等。

冻结肩可以自愈，但可能恢复缓慢或不完全。据报道，约40%的患者在发病4年后疼痛和功能障碍仍然存在。严重疼痛和活动受限是患者就医的首要原因。目前，多种外科治疗可供选择，但治疗时机及其临床有效性或成本效益尚不明确。该研究通过对英国专业卫生人员进行调查确定了三种最常用的干预措施：物理治疗、麻醉下手法松解术和关节镜下关节囊松解术。基于已有的临床证据和专家共识，该试验进一步开发和标准化了冻结肩的非手术疗法，包括关节内类固醇注射和物理治疗。目前尚不清楚早期结构化理疗或手术干预加理疗哪种更有效。系统综述结果显示了证据质量巨大差异及开展高质量初步研究的必要性。尽管缺乏有力的证据，但为了加速恢复，手法松解术和关节囊松解术的应用日渐广泛。



该研究为英国冻结肩试验（UK FROST），目的在于评估成人冻结肩三种疗法的有效性和成本效益：英国国家卫生服务（NHS）体系内医院常用的两种手术干预（手法松解术和关节囊松解术），以及研究小组专门设计的物理治疗。

二、方法

1. 试验设计

该项多中心、实用、优效随机试验设计了3个平行组，患者来自英国的35家医院，被转诊到二级医疗医院治疗原发性冻结肩。入院后由经验丰富的90名外科医师和285名物理治疗师开展治疗。

该研究经由国家研究伦理服务（东北部NRES委员会，14/NE/1176）批准，且每个参与地点均获得了当地的NHS研究和研发批准。该研究被纳入了英国临床研究网络组合（17 719），详细的研究方案已经发表。

2. 参与者

纳入标准：年龄≥18岁；临床诊断为单侧冻结肩（受累肩部的被动外旋受限，在对侧肩部的50%以下）。行受累肩部的X线平片（前后位和腋位）以排除其他病变。排除标准：双侧冻结肩；需住院治疗的创伤后继发冻结肩或除外糖尿病（如最近的乳房手术）等原因继发冻结肩；患者无法理解指导或治疗方法；非试验地点居民；有治疗禁忌证（例如，患者不适合麻醉或皮质类固醇注射）。糖尿病患者也被纳入研究，因为该患者群体肩部活动受限明显。

3. 试验流程

所有参与者均接受了标准化的物理治疗。在系统评价、英国指南及针对英国物理治疗师和德尔菲共识方法的前期调查的基础上，试验中采用了标准化的早期结构化理疗和术后计划进行。标准流程是共12个疗程，为期12周的早期结构化物理治疗和术后物理治疗。如果患者的改善符合物理治疗师的要求，可酌情缩短疗程；否则，鼓励参与者完成整个疗程。

在早期结构化理疗过程中，在物理治疗开始前，在

有或没有影像学引导下给予关节内类固醇（糖皮质激素）注射，现有证据未显示两种方法的优劣。理疗计划的详细内容包括关节疼痛管理、运动疗法和根据冻结肩的阶段，从轻柔的钟摆运动到高强度伸展运动的渐进式家庭锻炼计划。在随机分组后的18周内，行麻醉下手法松解和关节镜下关节囊松解的日间手术。两种物理疗法都不需要对患者进行额外训练。

4. 结局指标

主要结局指标是牛津肩痛评分（OSS），针对患者报告的肩痛和肩关节功能指标进行评定，包含12个问题，每个问题5个选项。总体评分范围从0（最差）到48（最好）。主要终点为随机分组后12个月。

次要结局指标为快速DASH臂肩手障碍（QuickDASH）评分，EuroQOL健康指数量表评分，疼痛的数字评价量表，通过视觉模拟量表（VAS）评估的感知恢复程度。分别在基线、随机分组后3个月、6个月和12个月收集所有结局指标。此外，在治疗开始时和治疗后6个月收集OSS。对患者的并发症、不良事件，以及试验治疗后的所有进一步治疗均进行如实记录。

5. 统计分析

在公布的方案中对样本量计算和统计分析方法进行了完整的描述。采用依从者的平均因果效应（CACE）分析评估了12个月时坚持早期结构化理疗对OSS的影响。组间不良事件和并发症，采用χ^2检验进行比较。双侧$P\leqslant0.05$被认为具有统计学意义。所有数据均采用Stata 15（Stata Corp）进行统计分析。该试验已在国际标准随机对照试验注册中心（ISRCTN48804508）注册。

三、结果

在2015年4月1日至2017年12月31日期间，从914名筛查个体中共纳入503名受试者，随机接受手法松解术（201例），关节囊松解术（203例），早期结构化理疗（99例），于2019年1月31日结束随访。

各治疗组的治疗完成率分别为，手法松解组82%（164例），关节囊松解术组80%（162例），理疗组81%（80例）。此外，3个平行组中均有部分患者注射了类固醇，分别为手法松解组中164例（82%），关节囊松解组中45例（22%），理疗组79例（80%）。503名参与者中有16名（3%）接受了不同的试验治疗，17名（3%）接受了替代治疗。共有64名（13%）参与者未接受任何治疗。物理治疗等待时间的中位数为14天（IQR 7~22），手法松解术等待时间中位数为57天（IQR 35~89），关节囊松解术等待时间中位数为72天（IQR 42~116）。部分患者接受了进一步治疗，最多的是物理治疗组[n=15（15%）]，其次是手法松解组[n=14（7%）]和关节囊松解组[n=8（4%）]。

在12个月的主要终点，大部分参与者的肩部功能几乎完全改善，总体OSS中位数为43分（共48分），而OSS初始中位数为20分。根据VAS评分，各组之间的恢复程度没有明显

下转第 4 版 >>>

导 读

下肢骨孤立性骨折血栓 2版
不容忽视的髌骨骨折术后下肢深静脉血栓 3版
下肢骨折深静脉血栓形成的特征和指南中未解决的问题：近期文献回顾 4版
对《SCIENCE ROBOTICS | REVIEW》刊发的2010—2020年医疗机器人研究的十年回顾的思考 5版
人工智能在骨科的应用 6版
机器人辅助全膝关节置换术中不使用止血带会有更好的效果 7版
虚拟现实技术在膝关节置换手术训练和模拟中的应用 8版

主办单位：中国水利电力医学科学技术学会 出版单位：医学参考报社 责任编辑：刘智

专家述评

下肢骨孤立性骨折血栓

首都医科大学附属北京友谊医院 王宝军

目前关于骨科大手术下肢血栓，已得到了重点关注，并且制定了规范的指南和专家共识。随着治疗理念的更新，创伤骨科医生对临床工作中非骨科大手术部位的下肢骨折时血栓事件也逐渐重视。

本期关注孤立性下肢骨折围术期血栓的相关问题，从不同角度，对这一现实问题最新的研究进行了分析。华中科技大学同济医学院协和医院团队对2 662例下肢骨折患者的资料进行回顾性分析，提出了一种下肢骨折深静脉血栓的预测工具–诺模图，并且采用两个中心下肢骨折患者的数据进行验证，验证了该预测工具的预测能力。河北三院团队，分别针对孤立性髌骨骨折患者的术前和术后下肢深静脉血栓的临床流行病学进行分析，发现术前有3个独立危险因素，包括年龄、受伤至下肢彩超检查间隔时间及D–二聚体水平等，术后有6个独立危险因素，包括：年龄，心律失常，术中出血量，术前住院，手术时间，LDL–C等。并在此基础上对髌骨骨折的下肢血栓的发病率及危险因素进行了前瞻性的研究，闭合性髌骨骨折术前DVT的总体发生率为4.4%，独立危险因素包括：年龄，D–二聚体及白蛋白等。以上风险因素中，年龄，D–二聚体最为重要。张英泽院士团队对下肢骨折深静脉血栓形成的特征和指南中未解决的问题，进行了回顾性分析，提出了以下建议：①在下肢骨折中，术前DVT的风险最高的是股骨骨折，骨折越靠近远端，DVT发生率越低。②血液化验指标可能表明特定部位骨折的术前DVT风险。③根据中国相关专家共识，对于股骨骨折、膝关节周围骨折和远离膝关节需要手术的多发骨折的患者，DVT风险高，建议术前抗凝治疗，而对于远离膝关节的单发骨折，除非结合相关危险因素，否则不需要抗凝治疗。

本专栏的文章利用严谨的分析方法，结合可靠的风险预测工具，为下肢孤立性骨折下肢血栓的防治和个性化抗凝治疗提供了具体方法，可操作性强。

下肢骨折深静脉血栓的预测工具 – 诺模图

【据《BioMed Research Internationa》2021年6月报道】题：预测下肢骨折时深静脉血栓形成的诺模图（华中科技大学同济医学院协和医院 作者Ze Lin等）

深静脉血栓（DVT）是下肢骨折患者常见的并发症，导致短期恢复延迟，并可能影响长期生活质量。早期预测和预防血栓形成可有效减轻患者病痛，同时改善预后。虽然对血栓形成的危险因素的研究很广泛，但目前还明显缺乏针对下肢骨折患者DVT发生的临床预测模型。在本研究中，作者针对下肢骨折患者的血栓形成风险提出一种新的预测模型。3 300例武汉协和医院和河北医科大学第三医院下肢骨折患者资料。符合作者纳入标准的患者被分为血栓形成组和非血栓形成组。采用多元logistic回归分析，确定效果明显的预测因素，并采用相应的公式建立模型（表1）。

采用判别曲线和校正曲线来评价模型的性能。2 662例患者纳入回归分析，其中血栓组1 666例，非血栓组996例。预测因素包括年龄、体质量指数（BMI）、骨折固定类型、损伤时的影响能量、住院期间的输血、抗凝药物的使用情况。采用c–统计量（0.676）验证了该模型的判别能力。为方便临床使用，作者编制了评分表和诺模图。利用两个中心的数据建立了一种新的针对下肢骨折患者的血栓预测模型，具有已验证的预测能力。（图1）

据作者描述，他们的研究是第一个提供预测模型，可用于指导下肢骨折患者静脉血栓形成的一级预防决策。在验证过程中，该模型表现出了良好的预测能力。其提出的与图表相对应的评分计算方法，便于临床使用。总之，该模型作为预防和治疗下肢骨折患者血栓形成提供了潜在的方向和动力。

（首都医科大学附属北京友谊医院 王宝军 编译）

表 1 多变量 logistic 回归分析

危险因素	Coef（β）	Wald–χ^2	*P* value	*OR*	95% 可信区间
回归系数	−5.064 2	−11.37	<0.000 1	—	—
年龄	0.019 2	7.16	<0.000 1	1.02	1.01 ~ 1.02
BMI	0.048 4	4.05	<0.000 1	1.05	1.03 ~ 1.07
能量	0.405 4	3.51	0.000 4	1.45	1.16 ~ 1.88
骨折固定类型					
外固定	参考值				
其他类型	0.380 7	1.38	0.167 7	1.46	0.85 ~ 2.51
内固定	0.901 5	3.63	0.000 3	2.46	1.51 ~ 4.01
住院期间输血	0.386 8	4.26	<0.000 1	1.47	1.23 ~ 1.76
抗凝药	1.153 7	6.49	<0.000 1	3.17	2.24 ~ 4.49

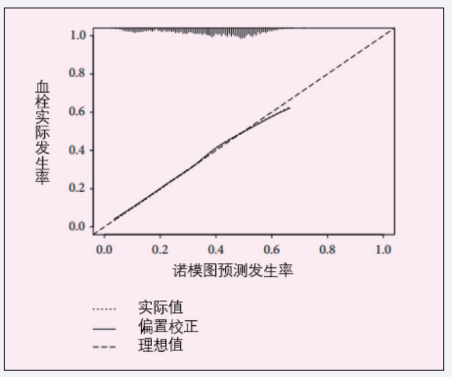


图 1 临床预测模型的校准曲线

x 轴代表诺模图预测下肢骨折患者血栓的发生率，y 轴代表此类患者实际血栓发生率

专家简介

王宝军 主任医师

副教授，硕士研究生导师。现任首都医科大学附属北京友谊医院骨科中心副主任、创伤骨科主任。

主要从事创伤的修复与重建，擅长四肢骨折、骨折不愈合、畸形愈合、骨质疏松骨折、骨缺损的手术治疗。临床工作和科学研究以四肢骨关节创伤为主要方向，继承和发扬了带锁髓内钉技术，开设了急危重骨科创伤的绿色通道，形成了以老年髋部骨折救治为代表的创伤规范化救治特色。曾举办多届全国带锁髓内钉及微创技术学习班，推广普及髓内钉技术。科研方面，参与国家自然科学基金 1 项，北京市科委重大项目 1 项，首都卫生发展基金 1 项。发表论文 40 余篇，SCI 收录论文 8 篇。作为副主编、主编编著了《髓内钉内固定》第二版和第三版。

学术团体兼职：中华医学会创伤学分会委员，中华医学会骨科学分会创伤学组委员，北京医学会创伤分会副主任委员，北京医学会手外科分会常务委员，北京医学会骨科学分会委员，中国医药教育学会骨并发症专业委员会副主任委员，同时担任《中华骨科杂志》《中华创伤杂志》《中华创伤骨科杂志》《中华肩肘外科电子杂志》编委，国家自然科学基金和北京市自然科学基金评审专家等。

医学参考报

理事长兼总编辑：巴德年 社 长：魏海明
副理事长兼副总编辑：曹雪涛等 副社长：吕春雷
理事会秘书长：周 赞 副社长：周 赞
社 址：北京市西城区红莲南路30号红莲大厦B0403
邮 编：100055 总 机：010–63265066
网 址：www.yxckb.com

骨科学专刊

主 编：邱贵兴
执行副主编：孙天胜
副 主 编：裴福兴 曾炳芳 姜保国 金大地 刘 璠

常务编委：（按姓氏笔画排序）
卫小春 马信龙 王 岩 王坤正 吕德成
刘 智 刘晓光 许建中 严世贵 李 明
李 放 李淳德 杨惠林 吴新宝 邱 勇
沈慧勇 张 洪 张长青 周 跃 姜建元
敖英芳 袁 文 翁习生 郭 卫 唐佩福
海 涌 勘武生

编 委：（按姓氏笔画排序）
马华松 马远征 王义生 王秋根 王新伟
仉建国 冯 华 冯世庆 吕 龙 吕国华
吕维加（中国香港） 朱 悦 朱庆三 伍 骥
刘 波 刘建国 汤亭亭 阮狄克 李 平
李 波 李 锋 李宏伟 李建民 李康华
杨述华 肖增明 吴闻文 何 伟 邹云雯
沈 彬 宋跃明 张永刚 张伟滨 张国华（中国台湾）
陈云丰 陈启明（中国香港） 陈建庭 林建华
林剑浩 尚希福 罗卓荆 周一新 项良碧
赵 宇 赵德伟 郝定均 胡 勇（中国香港）
姜春岩 姚建华 顾立强 徐永清 徐华梓
郭 艾 郭万首 黄 伟 盛伟斌 梁国穗（中国香港）
彭阿钦 蒋 青 蒋国强 潘显明

第一届青年编辑委员会
主任编委：王海
副主任编委：（按姓氏笔画排序）
朱泽章 李连华 糜菁熠
青年编委：（按姓氏笔画排序）
于志锋 马立峰 王 亮 王 琪 王孝宾
韦 祎 韦 峰 方 忠 石小军 汉 华
朱 磊 刘 华 刘 阳 刘 鹏 刘先哲
刘雅克 江 华 孙浩林 李志昌 吴子祥
吴剑宏 吴爱悯 何晓清 汪学松 张 为
张 翼 陈 宇 罗小辑 周 军 郑 超
赵 岩 赵 栋 钟招明 徐 韬 高 洪
高增鑫 唐家广 黄永灿 曹 凯 崔 赓
梁兴宇 蒋靓君 曾 羿 谭 荣 翟 骁
戴 进

发行方式：自办发行 印 刷：北京美图印务有限公司 定 价：免费赠阅

不容忽视的髌骨骨折术后下肢深静脉血栓

【据《Journal of Orthopaedic Surgery and Research Arch Orthop Trauma Surg》2021年1月报道】题：髌骨骨折术后下肢深静脉血栓的发生率及危险因素（河北医科大学第三医院 作者Zhanchao Tan等）

深静脉血栓（DVT）常见于住院患者，尤其是创伤患者，是导致致命的肺栓塞（PE）的常见及重要原因。作者调查了接受骨科大手术患者发生DVT的情况后发现，与脊柱、骨盆等骨折相比，单纯下肢骨折与DVT发生之间的关系研究较少，其中髌骨骨折的研究吸引了作者的注意。

为了研究髌骨骨折与DVT的相关关系，作者收集716例住院患者的医疗资料。研究对象为于2016年1月1日至2019年2月31日被收治于河北医科大学第三医院的发生单纯新鲜髌骨骨折患者，包括患者的人口统计学特征、个人史、既往病史、骨折类型和手术相关因素、血液学生物标志物、总住院时间和术前住院时间。采用B超诊断深静脉血栓：深静脉阻塞或持续的腔内充盈缺损为诊断依据。使用单因素分析和多因素logistic回归分析来确定髌骨骨折术后下肢深静脉血栓形成的独立危险因素。716例髌骨骨折患者中有29例围术期发生DVT,发生率为4.1%。其中发生双下肢DVT1例。深静脉血栓栓塞累及股浅总静脉1例（3.4%），腘静脉6例（20.7%），胫后静脉11例（37.9%），腓静脉11例（37.9%）。结果显示：年龄（>65岁），心律失常，术中出血量，术前住院延迟，手术时间和LDL-C（>3.37 mmol/L）是髌骨骨折术后下肢深静脉血栓形成的独立危险因素（表1）。髌骨骨折术后深静脉血栓的预防应给予重视。识别相关的危险因素可以帮助临床医生识别危险人群，评估深静脉血栓形成的风险，并制定个性化的预防策略。

（首都医科大学附属北京友谊医院 王宝军 王稼田 编译）

表1 髌骨骨折发生下肢深静脉血栓的独立危险因素

危险因素	*OR*（95%*CI*）	*P*
心律失常	4.41（1.20 ~ 16.15）	0.025
术中失血量	1.01（1.00 ~ 1.02）	0.023
手术时间	1.04（1.03 ~ 1.06）	0.000
术前时间	1.43（1.15 ~ 1.78）	0.001
低密度脂蛋白胆固醇	2.98（1.14 ~ 7.76）	0.025
年龄分层		
18 ~ 44		
45 ~ 64（1）	1.26（0.39 ~ 4.04）	0.700
≥ 65（2）	4.44（1.34 ~ 14.71）	0.015

髌骨骨折术前 DVT 发生率及危险因素

【据《BMC Musculoskeletal Disorders》2022年3月报道】题：髌骨骨折术前DVT发生率及危险因素（河北医科大学附属第三医院 作者Weijie Yang等）

下肢深静脉血栓（DVT）一直以来都是住院患者的常见并发症，特别是创伤骨折患者更是有诱发肺部栓塞的风险。其生理学基础包括血液高凝状态、血管内壁损伤及血流速度缓慢。因此早期诊断并预防术前DVT发生，对减少骨折康复期、保留骨和关节功能显得尤为重要。既往研究显示膝关节周围骨折患者下肢血栓发生率介于16.3%~35%，其中6.6%死于肺栓塞。近期关于骨折的研究主要关注股骨、胫骨或膝关节骨折。

河北医科大学附属第三医院团队，通过采集2013年1月至2019年12月间就诊的单发髌骨骨折患者的术前下肢彩超结果，设计了一个回顾性临床研究，分析术前DVT发生率，发生位置及危险因素等。收集入组患者的人口统计学、并发症及实验室化验结果，先进行单因素分析，将单因素分析证实差异有统计学意义的自变量代入二分类Logistic回归模型进行多因素分析确定独立危险因素。最终有827人入组，其中仅5.8%（48/827）的单发髌骨患者出现术前DVT，在DVT发生组内患肢同侧出现血栓率85.4%（41/48），对侧出现血栓率8.3%（4/48），远端肢体出现血栓率6.3%（3/48）。作者首先对实验组和对照组间多项临床数据进行单一变量分析，发现年龄、性别、丙谷转氨酶最高值、受伤至下肢彩超检查间隔时间、白蛋白最低值，D-dimer最高值等几组数据具有显著统计学差异。在多变量逻辑回归模型研究中确定了年龄、受伤至下肢彩超检查间隔时间及血浆D-dimer是DVT发生的独立危险因素。

关于血栓形成的危险因素仍有很多不确定性，作者希望通过对本临床研究，提高对单发膝关节骨折术前发生DVT的足够重视，通过研究血栓发生率和独立危险因素指导临床早期进行血栓的诊断和干预，特别是同时具备多个高危因素的患者应早期进行抗血栓栓塞治疗。

（首都医科大学附属北京附属友谊医院 王宝军 编译）

闭合性髌骨骨折术前深静脉血栓形成的患病率和危险因素：一项前瞻性队列研究

【据《Journal of Orthopaedic Surgery and Research》2021年8月报道】题：闭合性髌骨骨折术前深静脉血栓形成的患病率和危险因素：一项前瞻性队列研究（河北医科大学第三医院 作者Zhanchao Tan等）

髌骨骨折术前深静脉血栓栓塞症的发病率尚不明确。本研究旨在调查闭合性髌骨骨折患者的术前患病率、相关危险因素和深静脉血栓（DVT）的部位。该研究根据纳入和排除标选取2016年1月1日至2019年4月1日期间诊治的闭合性髌骨骨折的患者。常规进行双侧下肢超声检查和血液化验。前瞻性收集人口统计学数据、合并症、损伤机制、骨折类型、总住院时间、从损伤到发生DVT的时间及血液指标，并在有无DVT组之间进行比较。进行多变量逻辑回归分析以确定DVT的独立危险因素。

研究显示：在790例患者的研究队列中，有35例发生术前DVT，患病率为4.4%，其中远端DVT（发生在腘静脉下方的DVT）为3.2%，近端DVT（发生在腘静脉及以上的DVT）为1.2%。年龄≥65岁、D-二聚体>0.5 mg/L和白蛋白<35 g/L是髌骨骨折发生DVT的危险因素（表1）。在DVT中，30例（85.7%）发生在受伤肢体，3例（8.6%）发生在双侧肢体，2例（5.7%）仅发生在未受伤肢体。

根据本研究，作者认为闭合性髌骨骨折术前DVT的总体发生率为4.4%，远端DVT发生率为3.2%，近端DVT发生率为1.2%。作者建议对有风险因素的患者（年龄≥65岁，D-二聚体>0.5 mg/L，白蛋白<35 g/L）进行个体化风险分层和早期抗凝治疗。

（首都医科大学附属北京友谊医院 王宝军 白晓冬 编译）

表1 术前 DVT 相关危险因素的多元分析

危险因素	*OR*（95%*CI*）	*P* 值
D-二聚体	2.3（1.1 ~ 4.8）	0.032
白蛋白	2.5（1.2 ~ 5.3）	0.017
年龄（岁）		
18 < 年龄 ≤ 44	–	–
45 < 年龄 ≤ 64	–	0.064
年龄 ≥ 65	3.0（1.1 ~ 8.1）	0.028

公益广告

下肢骨折深静脉血栓形成的特征和指南中未解决的问题：近期文献回顾

【据《Orthopaedic Surgery》2022年8月报道】题：下肢骨折深静脉血栓形成的特征和指南中未解决的问题：近期文献回顾（河北医科大学第三医院 作者Weiguang Zhao等）

深静脉血栓（DVT）的特点是由于深静脉异常血液凝结导致静脉回流障碍。DVT是下肢骨折的常见并发症。为了有效预防DVT的发生，国内外相关专业组织制定并不断更新相关指南。严格执行指南的管理策略，DVT的发病率可以显著降低。然而，由于骨折类型的多样性，指南目前无法针对所有骨折类型特点制定DVT的预防措施，同时实际治疗过程中还存在其他相关的未解决问题。例如，对于发生率较高的特定下肢骨折的DVT仍缺乏统一的最佳治疗策略。此外，上肢骨折、儿童骨折及合并其他损伤的骨折患者的最佳抗凝策略在骨科指南中很少描述，但是这些问题在临床骨科中却很常见。发生DVT后的长期并发症，如血栓后综合征，尚不清楚。在缺乏明确指导的情况下，骨科医生往往依赖于经验性抗凝治疗，因此DVT的预防效果并不一致。本文的目的是总结通过回顾以往文献和追踪DVT发现的历史，讨论指南中未解决的问题，为预测和预防DVT提供更科学和全面的建议，主要结论如下。

1.在下肢骨折中，术前DVT的风险最高的是股骨骨折，主要影响受伤的肢体和远端深静脉血栓；骨折越靠近远端，DVT发生率越低。下肢不同部位骨折的DVT术前发生率有所差异（表1）。

2.目前的研究表明，一些血液检验指标可能表明特定部位骨折的术前DVT风险（表2）。

3. 中国相关专家共识指出，对于股骨骨折、膝关节周围骨折和远离膝关节需要手术的多发骨折患者，考虑到DVT的高风险，建议术前抗凝治疗，而对于远离膝关节的单发骨折，除非结合相关危险因素，否则不需要抗凝治疗。

（首都医科大学附属北京友谊医院 王宝军 白晓冬 编译）

表 1 不同骨折部位术前 DVT 的发生率

骨折部位	文献数量	病例数	血栓发生率（%）
股骨干骨折	16	2 853	12.2 ~ 77.9
膝关节周围骨折	20	3 520	9.0 ~ 52.5
胫腓骨骨折	5	2 358	2.86 ~ 28.65
踝关节骨折	9	337 537	0.28 ~ 14.6

表 2 骨折术前 DVT 发生相关的血液检验指标

文献作者	骨折类型	DVT 相关独立危险因素
Ma	足部骨折（跟骨骨折除外）	血小板分布宽度 < 12%，高密度脂蛋白胆固醇 < 1.1 mmol/L，碱性磷酸酶 > 100 U/L，钠 < 135 mmol/L
Ma	胫骨干简单骨折	羟丁酸脱氢酶 > 182 U/L
Zhang	股骨远端骨折	C 反应蛋白 > 11 mg/L，血小板 > 217×10^9/L
Liu	胫骨平台骨折	中性粒细胞 > 5.02×10^9/L，血小板 > 278×10^9/L
Luo	踝关节骨折	白蛋白 < 35 g/L，淋巴细胞计数 < 1.8×10^9/L，D− 二聚体 > 3.37 ng/ml
Tan	髌骨骨折	低密度脂蛋白胆固醇 > 3.37 mmol/L，D− 二聚体 > 4.5 ± 5.4 mg/L
Wu	股骨和骨盆骨折	贫血，低蛋白血症
Qu	膝关节周围骨折	D− 二聚体 > 4.61 ± 3.34 mg/L
Temraz	多部位骨折	低钠血症和高钠血症

上接第 1 版

差异。

成本效益分析结果表明，与早期结构性物理治疗相比，手松解组每个参与者的治疗费用高出276.51英镑（95*CI* 65.67 ~ 487.35英镑）。关节囊松解术的费用明显高于物理疗法[平均每例受试者多1 733.78英镑（1 529.48 ~ 1 938.06英镑）]和手法松解术[平均每例受试者多1 457.26英镑（1 282.73 ~ 1 631.79英镑）]。总体而言，关节囊松解组的QALYs较手法松解组差（–0.0293、–0.061 6 ~ 0.003 0），而手法松解组的QALYs优于物理治疗组（–0.0396、–0.000 8 ~ 0.800）。

四、讨论

UK FROST是迄今为止规模最大的随机临床试验，对英国NHS中常见的外科干预和特定物理治疗的效果进行了评估，结果提示3种疗法均能够显著改善患者的肩痛和功能。在12个月的主要终点，与手法松解及物理治疗相比，关节囊松解的差异幅度具有统计学意义，但临床意义不大。这一发现与所有患者报告的临床结局一致。此外，关节镜下关节囊松解术风险较高，麻醉手法松解是成本效益最佳。3种治疗方案的相对成本效益的详细经济评估将单独发表，但关键结果已囊括在内，因为它们对于解释主要临床有效性发现是不可或缺的。

3个月时，治疗组之间患者报告结果的差异受到手术治疗等待时间较长的影响[手法松解组26名参与者（13%）和关节囊松解46名参与者（23%）在3个月随访后开始治疗]。研究中计划对主要结果OSS进行分析，利用治疗当天和治疗6个月后收集的数据，对三种干预措施之间的不同等待时间进行了调整。在这项分析中，12个月时关节囊松解与物理治疗的益处的差异包括一个置信区间，该区间与5个点的最小临床重要差异略微重叠。因此，在更广泛的人群中，关节囊松解和早期结构化物理治疗之间可能存在具有临床意义的群体差异。两种手术干预之间的OSS在所有观察时间点均无明显差异。尽管糖尿病患者在所有时间点的预后都比非糖尿病患者差，但研究中没有发现对参与者的糖尿病状态、既往物理治疗的接受情况、基线治疗偏好或基线时肩冻症状的持续时间等主要预后有影响的证据。

尽管关节镜下关节囊松解组的安全性相对较低，但严重并发症很少见。关节囊松解组的一名被诊断为深静脉血栓形成的参与者接受了非试验性物理治疗。因此，手法治疗和物理治疗之间的安全性只有微小的差异。尽管分配到物理治疗的参与者没有出现严重并发症，但这些参与者更有可能需要进一步治疗。关节囊松解组的参与者接受的后续治疗最少。

值得注意的是，OSS分数的差异和健康相关生活质量的差异相似，各组之间的OSS和QALY差异很小。关节囊松解组持续改善的可能趋势，可能会随着更长期的随访而继续，这可以通过干预措施的实施时间来解释。这个时间安排经过检验，不会改变对主要分析结果的解释。在术后随访中，对包括并发症的成本在内的研究重要成本进行了记录。

该研究的优势在于实用设计，从农村和城市地区的35家医院招募参与者，涉及90名外科医生和285名物理治疗师，排除的人数很少。此设计使结果可推广并适用于英国的临床实践。在完成广泛验证的患者报告的主要结局指标时，组内和组间的磨损水平较低，交叉率也很低。统计模型显示503名参与者中只有30名（6%）未进入统计，因此确保达到了计划的90%统计功效。结果对敏感性和亚群分析是稳定的。冻结肩的诊断可能存在争议，而且尚缺乏可供比较的参考标准。由于对外旋的视觉估计具有良好的可靠性，在临床研究中，被动和主动外旋的限制（通常伴有疼痛）都被用作诊断标准。这种方法有助于确保对研究人群进行正确的诊断。研究中，由经验丰富的外科医生及物理治疗师开展治疗，保证了治疗的标准化。更为重要的是，研究中采用了标准化的物理疗法，以减少参与者和试验组之间的治疗差异。所有参与者都获得了书面建议，详细说明了他们需要做的家庭练习。

该研究的主要局限性是，关节囊松解或手法松解的参与者必须等待更长的时间才能接受治疗。然而，我们结合不同等待时间的额外分析证实，这个因素并不影响主要试验结果。对于开始治疗的参与者来说，他们的OSS在基线和治疗开始之间是稳定的，这是令人欣慰的，但也有可能只有耐受性较强的冻结肩患者进行了手术。这种分析也是有限的，因为它反映了实际随访时间的治疗效果，考虑了不同的结果轨迹，而不是观察如果所有3种试验治疗同时进行会发生什么。考虑到试验治疗的性质，掩盖参与者和临床医生的治疗分配在这个实用的试验中是不可能或不可取的。

然而，参与者基线治疗偏好对OSS没有任何亚组影响，这可能部分减轻对缺乏掩蔽的担忧。对研究有效性的另一个潜在威胁是不遵守治疗。然而，当随机分析（治疗意向）和CACE分析时，试验结果是一致的。最后，当深入研究英国FROST的设计时，只有6%的英国医生使用了关节扩张，因此，未被确定为优先干预措施。尽管最近的小型试验将关节扩张与手法松解、关节囊松解和关节内类固醇注射进行了比较，但其有效性尚无定论。

总之，研究中采用的3种疗法都能显著改善患者报告的肩部疼痛和功能，但都没有明显优势。关节镜下关节囊松解后二次治疗的次数最少，但风险和成本较高。在NHS中可以快速使用类固醇注射的早期结构化物理治疗，但更多接受物理治疗的患者需要进一步治疗。麻醉下治疗成本最低，但与物理治疗相比，等待时间更长。这些发现应有助于临床医生在共同决策过程中与患者讨论治疗方案，并鼓励外科医生在成本较低且侵入性较小的干预措施失败时更有选择性地使用关节囊松解术。

（解放军总医院第七医学中心 刘佳 编译）

专家述评

对《SCIENCE ROBOTICS | REVIEW》刊发的2010 – 2020年医疗机器人研究的十年回顾的思考

解放军联勤保障部队第九二〇医院 徐永清 教授

当代社会、科学技术日新月异，作为人类健康的基础保障，医疗行业也随之飞速发展，其中医疗机器人技术更是在近年取得了令人瞩目的成果。近十余年，医疗机器人研发的热点包罗万象，其中既有对相对成熟的腹腔镜机器人和骨科手术、神经外科手术机器人的进一步探究，也有基于人工智能、大数据的研究运用。但可以看出，医疗机器人产业整体呈现科技与医疗联动推进的态势。多种前沿学科交叉，将科技成果转化运用在医疗工作中。

随着大数据对社会各个行业的覆盖，由数字化引领的机制重塑势必将对医疗行业产生前所未有的变革。变革甚至将涉及目前普遍认同的治疗理念和治疗方式，这会对医务人员和医疗机构带来巨大挑战。如何适应这些改变，如何在时代的浪潮里不被淘汰，甚至引领行业的方向。应该是每一位有理想、有抱负的医疗从业者需要思考的问题。

这篇报道为我们带来了目前全世界医疗机器人最为前沿的研究成果。可以发现，目前骨科手术机器人尽管取得了很大的发展，但在整个医疗机器人领域，仍然处于起步状态。低度智能化和较为落后的行动方式，还需要全体骨科人去推动其更新换代。升级的方向在于使机器人更加智能，更加精确，也更加普适。这需要在对包括AI、VR、新材料等多个领域与医疗机器人进行联动。任务难度高，投入大，但新时代的医疗需要这项技术。

医疗机器人的意义不仅仅在于提升疾病诊疗的效果，减少医务人员劳动成本，还在于其潜在的批量、可重复性，以及与远程可操控性。批量可重复能将优质的医疗资源快速“复制”并“传播”，同时远程操控可大大降低顶级医疗资源的获取成本。推动优质医疗资源均衡分布，协助建设“十五分钟医疗服务圈”，促进“全民健康”愿景的实现。

骨科手术机器人和骨科康复相关的医疗机器人在未来必定会与临床紧密联系。在这之前要克服困难，推进手术机器人运用，同时协同高校、科研院所，建立医教研成果转化联动体，扩容升级科研创新攻坚计划，在医疗机器人行业步入正轨之际，做好“领路人”，引导未来医疗行业的发展。

专家简介

徐永清 教授

现任解放军联勤保障部队第九二〇医院骨科主任、全军创伤骨科研究所所长，主任医师，博士研究生导师，专业技术少将，享受国务院政府特殊津贴。目前主要从事：穿支皮瓣的临床应用，股骨头坏死、人工髋关节置换，骨髓炎发病机制及临床治疗，创伤骨科与修复重建，手外科、人工腕关节研发等方面的研究。

担任中华医学会显微外科学会候任主任委员，中国康复医学会修复重建委员会候任主任委员，全军显微外科学会主任委员，云南省医学会创伤学分会主任委员等；《中华显微外科杂志》等8本杂志副主编。被评为全国科技先进工作者，获中国医师奖，军队学科拔尖人才。获国家科技进步二等奖1项，省部级特等奖1项、一等奖8项、二等奖15项。获比利时Mimics创新一等奖1项。获国家专利30余项。目前承担国家自然科学基金项目2项。

2010 – 2020年10年医疗机器人的研究回顾

【据《Science Robotics》2021年11月报道】题：2010—2020年十年医疗机器人的研究回顾（美国哈佛医学院 作者Dupont PE等）

医疗机器人的兴起只有短短30年，却在近10年里迅猛发展，手术机器人更是积累了百万例手术经验。在这篇报道中，来自哈佛医学院的Dupont教授，将同其他7位全球医疗机器人领域的顶尖科学家一起，共同见证医疗机器人过去10年的辉煌，然后畅想人类健康的未来。

医疗机器人设计的初衷是远程医疗和实现更加精准操作。尽管经历了一些波折，但医疗机器人行业仍然如同预料的那样取得了飞速发展。在过去的10年，有关医疗机器人的热点有8个，分别是腔镜机器人、非腔镜微创手术机器人、可穿戴机器人、康复机器人、胶囊机器人、软体机器人、磁力驱动机器人和连续体机器人（图1）。

腔镜机器人技术是最成功的也是最成熟的医疗机器人技术，过去10年获得了在临床、商业和学术等三个领域的成功。近10年来有关研究主要集中在提升机器人适应证和自动化以及减少机器人手术损伤等两个方面。以“达芬奇”机器人为代表的腔镜机器人每年可以完成接近200万例手术。随着时间的推移精密传感器的迭代将不断增加机器人的精密度和自动化，这可以使患者在控制感染、减少创伤、保障完全病灶切除等方面获得更高保障。

非腔镜微创手术机器人中一部分起源于腔镜机器人，主要运用在人体自然腔隙（血管、消化道、呼吸道等）中进行操作。另一部分则主要运用在显微手术中。自然腔隙可以避免手术切口带来的问题，如经阴道、呼吸道等手术中。显微手术机器人最初用于眼科手术，通过减少操作时的器械颤动来提高手术精度。目前这项技术在骨科和神经外科中也逐渐推广使用。

可穿戴机器人可以用于改善肌肉骨骼系统或神经系统损伤患者的活动能力及肢体功能。尽管它的起源可以追溯到20世纪60年代，但直到近10年才有明显突破。最大的进步在于出现了动力性下肢、神经可控制的上肢假肢和动力外骨骼。这些技术将动力辅助融合，使可穿戴机器人运用由单一的支撑扩展到结合支撑保护与辅助运动领域。很好地改善了脊髓损伤患者和脑瘫患者的生活质量。

康复机器人是为了在神经系统损伤后辅助进行康复治疗，通过辅助运动诱导和促进神经恢复，进而改善患者肢体功能。还可以作为评估工具来精准量化治疗的效果。近十年康复机器人的改变体现在新材料的运用、人机交互改进和康复过程“去编程化”等几个方面。随着康复机器人的发展，其变得更加舒适、更加吸引人、更加普遍，也更加智能。这些进步，不但促进了康复进程，而且很好地控制了康复成本。

胶囊机器人源于胶囊内镜技术，科学家试图通过磁力驱动来控制胶囊机器人在人体内的活动。这项技术可作为传统腔镜技术的替代或补充，用于定点给药或收集活检组织标本。并且随着其余多模式成像和纳米机器人等技术的结合，给胶囊机器人的未来带来了更多的可能。

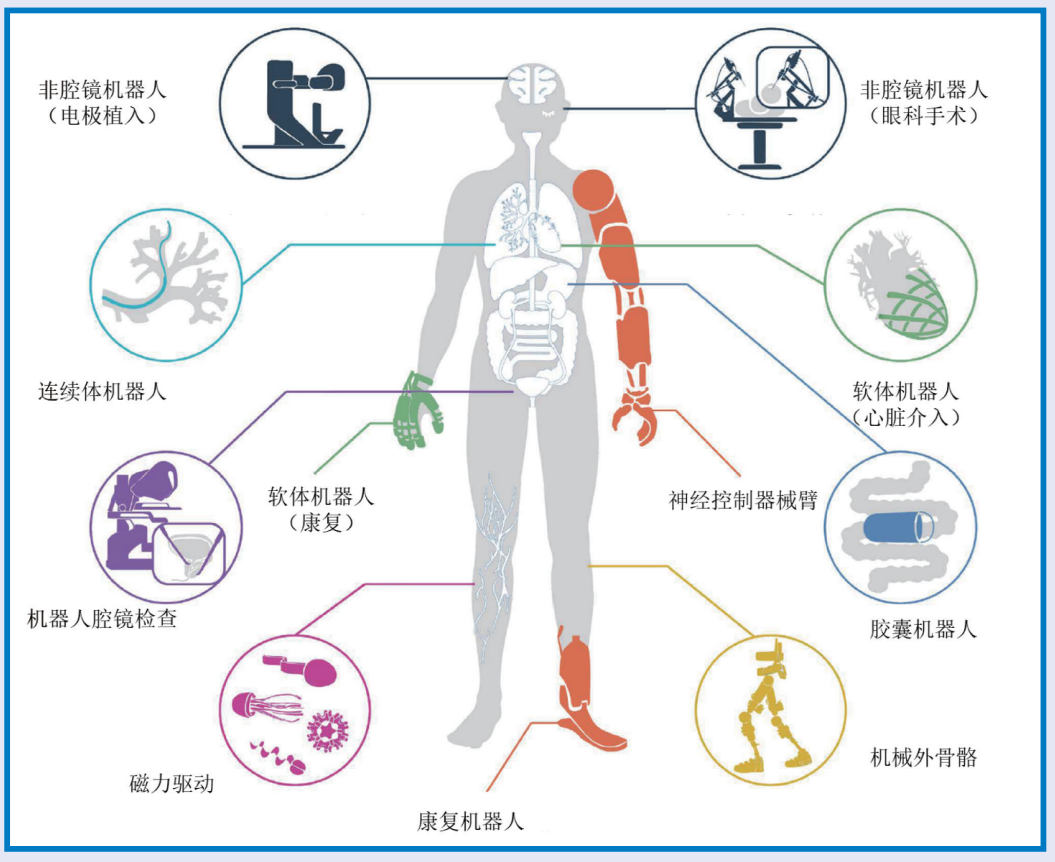


图1 近10年医疗机器人研究热点

磁力驱动机器人可以用于辅助导管定位，进行射频消融以治疗心律失常。尽管初期发展缓慢，但近10年有关研究数量呈爆发式增长。研究热点包括多自由度电磁导航系统、电磁控制多模式运动、电磁驱动导管和电磁导航微型机器人。由于磁场的梯度性和无害性，使得该项技术具备成为更安全、更可控的医疗设备的潜力。

软体机器人的发展主要基于新材料领域，近10年也有了日新月异的改变。这些材料既能用于制造机器人主体，也能为机器人提供动力和传感支持。整个技术基于仿生学和人体工程学，尽

下转第8版▶▶▶

人工智能在骨科的应用

【据《骨与关节外科杂志》2020年5月报道】题：人工智能与骨科（美国罗切斯特大学医学中心 作者Myers TG等）

人工智能（AI）是指计算机在不需要人工干预的情况下，通过模式识别学习执行任务。AI在近10年里得到了迅猛发展，可实时分析超大数据集，目前已经在自动驾驶、网络购物、视频推送等领域广泛应用。并随着AI的不断发展，目前已逐渐应用在如影像识别、术前风险评估、临床决策和大数据集分析等方面。在这篇报道中来自美国罗切斯特大学医学中心的Myers与其研究团队，向我们介绍了AI的背景知识、AI在骨科医疗保健中的相关应用，以及AI使用面临的挑战。

AI是一个涵盖广泛子领域的总括性术语，包括机器学习（ML）和深度学习（DL）（图1）。AI的核心是能够模拟执行人类细微特征的智能任务机器。可以完成包括计划、语言理解、识别、学习和问题解决等任务。最重要的是，AI可以从错误中学习并提高，这类似于经验学习。而想要了解人工智能的背景知识，我们就不得不弄清ML、DL、自然语言处理（NLP）、物联网等。

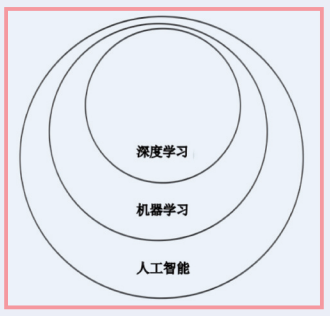


图1 AI与ML、DL之间的关系

ML能够通过调整其内部参数（权重）和加强相互关联来从例子中学习，以提高给定模型的准确性。例如使用ML检测X线片上的关节炎，则需要将关节炎的特征及相关临床信息（包括关节间隙丧失、软骨下硬化、非甾体抗炎药用药史、患者报告等）由人工提前进行手动识别和标记，并为AI提供正常关节与关节炎X线片作为示例。可能需要成百上千张正确标记的X线片来确定疾病的特征，从而建立关节炎的识别模式。无监督ML可在X线片上标记是否有关节炎，但不标记特征数据（关节炎特征及相关临床信息等）。有研究表明，无监督ML所需的数据量远远大于监督ML所需的数据量。无监督的ML必须经常验证其预测的准确性。

DL是一种更复杂的ML形式，能够从无结构化和无标记的输入中进行无监督学习，从感兴趣的预测低相关的变量中过滤出数据使用。DL可通过人工神经网络（ann）的算法来模拟大脑的神经元连接。与简单的1层或2层神经网络相比，复杂的分层赋予了其学习更复杂和微妙模式的能力。（图2）

自然语言处理（NLP）是对计算机如何理解和解释人类语言的研究，目的是从非结构化的自由文本中生成结构化的信息。NLP可以帮助创建准确的临床记录，并根据患者的整体心理社会状况和获取患者的医疗记录来预测治疗成功。也就是说，NLP功能可以使AI充当“电子秘书”或“虚拟助理”的角色，可以在病历书写、档案调取、医疗资源调配、治疗计划与医患沟通等各个领域帮助医生，极大程度地节省医生的时间。

物联网是所谓的智能设备的互联，这些设备收集数据并将其传输到互联网，将人与人，人与事物，事物与事物联系起来。与骨科相关的例子包括计算机、术中设备、智能手机、服装、袖套和支架等（图3）。通过该技术，可以在各类治疗后的很长时间内收集大量的实时康复数据，这些数据可以预测患者的各类因素，从而了解影响其康复的原因。同时也可以帮助患者制定下一步的康复计划，或者了解患者的康复潜力，并判断是否可以停止物理治疗。

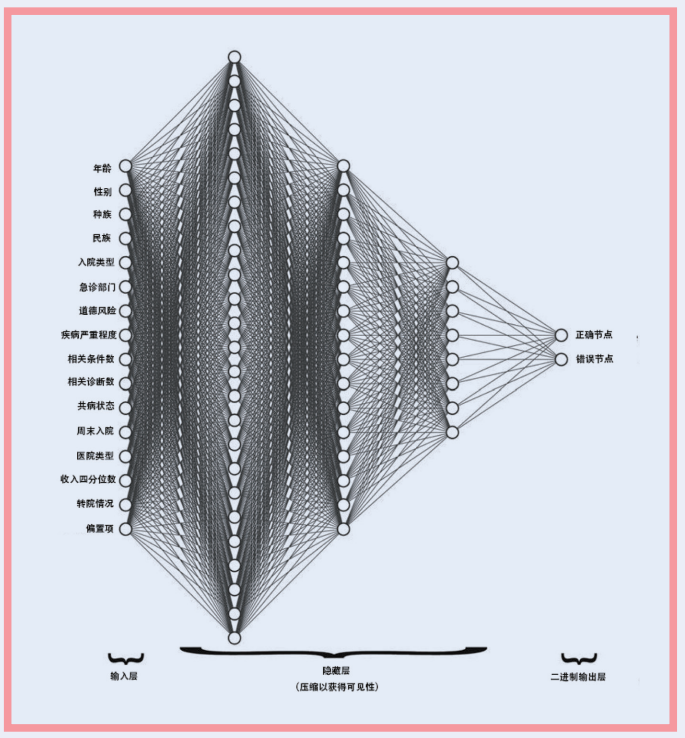


图2 人工神经网络中的输入层、隐藏层和输出层示例
用于在择期初次全髋关节或膝关节置换术之前预测的指标

图3 远程患者监控示例
健康监测应用的数据可通过佩戴、植入或环境传感器等捕获，如惯性运动传感器、心电图贴片、智能手表、脑电图和假肢

人工智能同样存在挑战。首先，ML与传统的统计学方法相比存在的优势还需要进一步地挖掘预评估。在伦理方面，由于人工智能的锻炼需要大量的数据，其开发者便需要获得大量患者敏感的医疗信息，这引发了人们对患者隐私的担忧。除此之外，人们对于人工智能往往存在偏见，因为若其训练的数据存在任何程度的偏差，则会导致广泛的系统性分析错误。

由上述可见，人工智能可以应用在日益增长的冗余、重复和简单任务中，帮助医生从这些任务中脱离，从而提高医生的医疗效率，防止医生过度劳累并产生医疗失误。然而，关于人工智能的伦理、监管及人工智能相对于传统统计和决策的临床优势的挑战仍有待解决。

（解放军联勤保障部队第九二〇医院 唐志方 李川 郭民政 编译）

骨科手术中的机器人

【据《Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery》2021年7月报道】题：骨科手术中的机器人（比利时布鲁塞尔自由大学 作者Innocenti B等）

增强与改善关节置换术的效果是机器人技术应用于骨科的主要目标。在手术中可通过机器人的支持以精确地对施术部位骨骼进行手术，以改善肢体的对齐程度并恢复关节的解剖生理学。由于理想手术的实施很大程度上取决于工具的准确性与人为因素的不确定性，所以设计可精确施术的骨科手术机器人显得尤为重要。值得注意的是，机器人只是外科医生的一种先进的工具，而不是取代他们，在过去的几年里，机器人手术获得了广泛应用，主要领域是髋、膝及脊柱手术。

来自比利时布鲁克塞尔理工学院的Innocenti等人总结了骨科所使用到的不同机器人的特征，并比较了不同的相关研究案例，旨在突出不同技术的优缺点，帮助外科医生选择最佳的机器人（表1）。

目前，市场确实的机器人模式选择，主要包括封闭平台/开放平台、基于图像/无图像、与外科医生互动等类型。“封闭平台”的手术机器人可与其供应商生产的假体兼容并实施精准施术，而“开放平台”则允许更广泛的假体。但由于封闭平台限制假体植入的选择，这可能会严重影响到外科医生的决策自由，而与封闭平台相比，开放平台则存在特异性更小、精确性更低及功能更少等问题。机器人通过采集患者的解剖结构，并将其定义为骨骼上的标测点或界标。提供标点位置的方式分为“基于图像”和“无图像”。在基于图像的模式中，配准过程依赖于患者的术前的影像学数据（CT或MRI），而无图像系统则是在手术中直接在患者骨骼上检测和配准所需的界标。根据手术医生在骨切除期间所需的互动方式将手术机器人系统分为三种类型，即主动系统、被动系统和半主动系统。主动系统是由手术医生编程后，机器人自行切除，因此人类互动水平最低；被动系统是机器人作为指导，提供切割工具的定位，手术医生操作切割工具进行切除；半主动系统是手术医生操作机器人执行切除，但是机器人具有整体自动控制以保证实现制定的切除计划（表1）。由此可见，每一种机器人系统都有不同的优缺点，但它们的主要目标都是提高手术操作的精度和准确度，并且外科医生仍然负责手术的规划，在手术中发挥着不可替代的重要作用。因此，每位外科医生在考虑是否采用机器人系统，以及采用哪种机器人系统时，必须正确评估所涉及机器人的不同优缺点，以找到最适合他需要的手术机器人。

随着手术机器人的广泛使用，将提供更多的数据，同时技术上的进步将降低手术机器人的实施成本与学习成本，为外科医生提供一个强大而可靠的工具。

（解放军联勤保障部队第九二〇医院 陈兴康 李川 编译）

表1 市场上可用骨科机器人的主要型号及其主要特点

型号	植入物相容性		数据要求		交互能力			兼容手术类型			
	开放平台	封闭平台	基于图像	无图像	主动	被动	半主动	THA	TKA	UK	髌骨关节成形术
TSolution One (Robodoc)	X		X		X			X	X		
CASPAR	X		X		X			X	X		
Acrobot	X		X		X				X	X	
ROSA		X	X	X		X			X		
MAKO		X	X				X	X	X	X	X
Navio		X		X		X	X		X	X	X*
CORI		X		X		X	X		X	X	X*
Omnibotics		X		X		X			X		

机器人辅助全膝关节置换术中不使用止血带会有更好的效果

【据《Journal of Orthopaedic Surgery and Research》2022年2月报道】题：在机器人辅助的全膝关节置换术中使用止血带对失血、疼痛、功能恢复和并发症的影响：一项前瞻性、双盲、随机对照试验（四川大学华西医院作者Ya - hao Lai等）

据估计，全球3亿人患有骨性关节炎,全膝关节置换术（TKA）已经成为治疗严重膝骨性关节炎患者的黄金标准。正确地选择假体部件和仔细放置假体可以延长假体寿命并提高患者满意度。机器人辅助全膝关节置换术相较传统的全膝关节置换术有定位准确、失血少、操作失误率低和微栓塞风险低等优势，尽管许多临床医生仍对机器人辅助TKA持怀疑态度，原因是大量的设备成本，以及与传统TKA相比临床和功能结果的长期证据有限，但机器人辅助TKA已成为提高植入物定位的准确性和减少肢体对齐中异常值的一种途径。且从长远来看，这项技术可能会降低翻修率，从而降低医疗费用。但由于该技术涉及较长的学习曲线，导致临床医生在获得经验之前手术时间较长，会导致较高的术中失血量，因此机器人辅助TKA时通常会使用止血带。但大多数传统的TKA研究认为，使用止血带也并不能减少总失血量，并且还可能会导致恢复的延迟，可见这一观点似乎与机器人TKA研究的结果相反，而关于在机器人辅助TKA中使用止血带的研究尚未见报道。

四川大学华西医院Ya - hao Lai等针对在机器人辅助全膝关节置换术中使用止血带可能会到来的效果进行了一项前瞻性试验，将接受机器人辅助TKA的患者随机分为止血带组和非止血带组，比较两组患者失血、疼痛、功能恢复和并发症等方面的差异。研究表明在止血带组和非止血带组之间总失血量没有显著差异，虽然止血带组术中出血量明显更少，但同时也存在更高的隐性失血。另外，非止血带组接受手术的时间虽然明显更长，但他们实现了更好的膝关节活动范围并且减轻了大腿肿胀情况（图1）。除此之外，研究结果表明，止血带组的大腿VAS评分显著升高，且在活动和休息时膝关节疼痛比非止血带组更严重（图2）。另外，止血带组中出现张力性水疱和深静脉血栓的患者数量显著高于非止血带组，这也有可能与长时间使用止血带有关。

由此可知，在机器人辅助的TKA中使用止血带并不能减少总失血量或隐性失血量，相反，它会增加更严重的疼痛、更长的住院时间、更慢的功能恢复和并发症的风险。因此，不建议在机器人辅助的TKA中使用止血带。

（解放军联勤保障部队第九二〇医院 邵水艳 张颖 李川 编译）

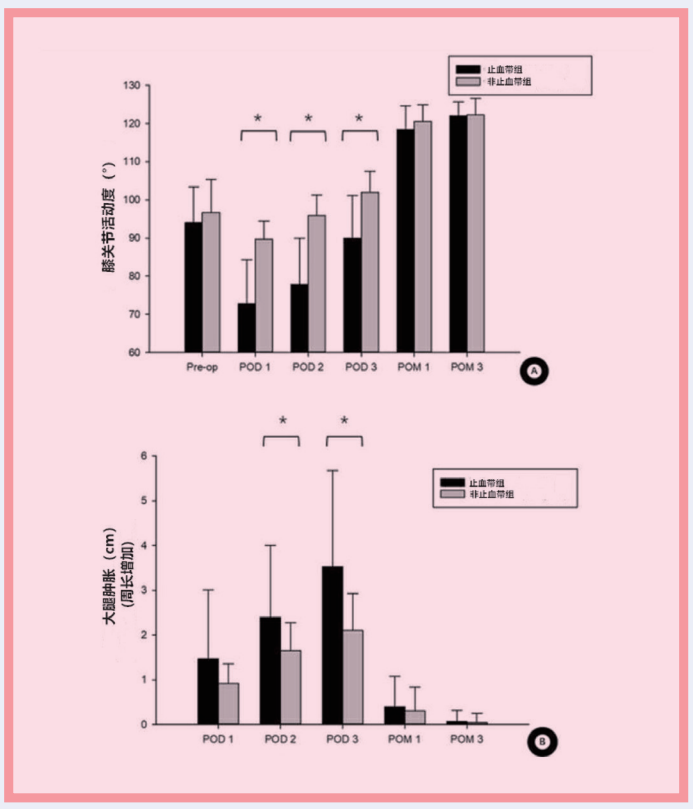


图 1 接受机器人辅助全膝关节置换术（止血带组和非止血带组）的患者 A. 膝关节活动度；B. 大腿肿胀的差异；Pre-op. 术前；POD. 术后的天数；POM. 术后的月数

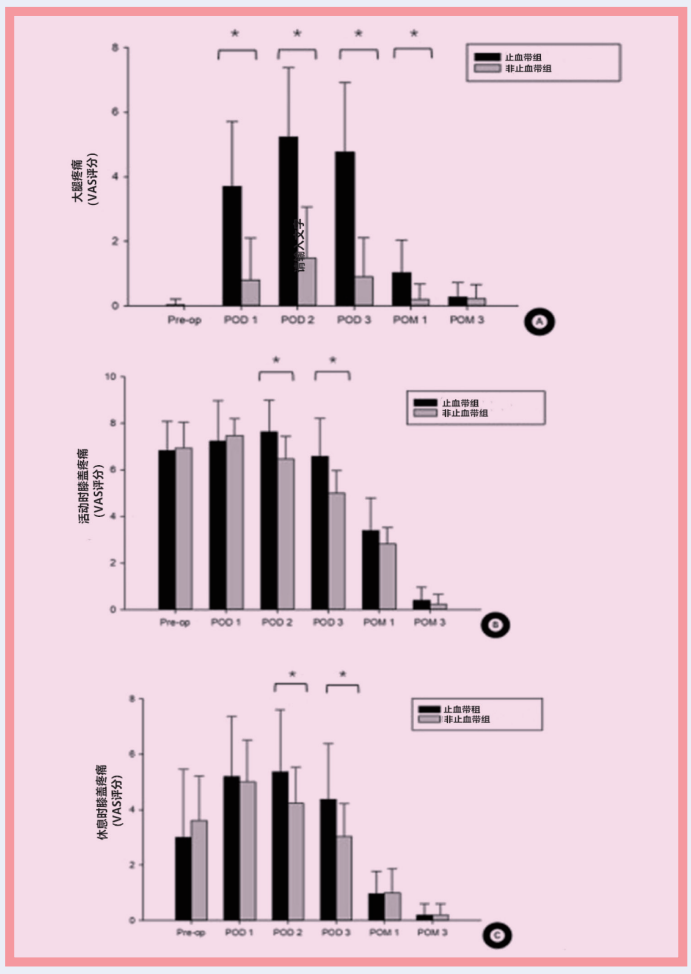


图 2 VAS 评分

A. 大腿疼痛；B. 膝关节疼痛；C. 休息时膝关节疼痛；Pre-op. 术前；POD. 术后的天数；POM. 术后的月数

虚拟现实（VR）和增强现实（AR）在医学上的应用

【据《J Med Internet Res》2021年2月报道】题：虚拟和增强现实技术在医学中的应用：科学文献的分析（表1）（中国香港大学 作者Yeung AWK等）

虚拟现实（VR）技术是让使用者通过某些可穿戴设备，使之沉浸于合成的三维虚拟环境中的一种实用技术。而增强现实（AR）是在VR技术的基础上，将虚拟环境叠加于现实，利用电子屏幕显示实时视频的一种技术。二者在医学中的应用十分广泛。

在医学领域中，外科、神经科、心理学和康复学等临床的应用近年来比较热门。在外科技术培训中使用VR或AR技术可以让受训人员在虚拟患者身上进行操作。有证据表明VR技术在提高医者手术技能和减少手术错误方面十分有潜力。另外在神经心理学（如焦虑，抑郁）中使用沉浸式VR有利于管理一系列的情绪问题。在神经生理学（如疼痛）中，VR已被用作一种分散注意力的技术，也有研究提出VR在慢性疼痛管理中的作用是通过诱导神经生理变化，而不仅仅是简单地分散患者的注意力。更有趣的前景是使用VR技术治疗截肢或脊髓损伤后的“幻肢痛”。另外，在改善卒中患者的认知能力方面，尤其是在语言、注意力和记忆力方面，VR也有一定的效果。最后，在康复学领域，VR已被用于改善脑卒中后上肢功能的康复治疗。

与传统治疗方法相比，使用VR或AR的优势在于：可以减少康复设施的投入和减少医务人员培训的人力成本。此外，对于行动不便的患者，头戴式设备可以在患者家中安全使用，这可以减少医院探视的需要。VR和AR体验可以被设计得更加个性化，提供一个更轻松的就医环境。从研究的角度来看，使用VR可以更加方便地进行数据收集。在手术培训中使用VR可以大大减少手术错误的可能性，从而最大化地保障了患者的安全。

但是，VR与AR技术仍有局限。虚拟方法比传统方法在卫生保健方面的好处也很难确定。例如，VR治疗提供疼痛缓解的机制仍有争议。此外，VR治疗的长期效益，特别是在慢性疼痛管理方面，还没有得到证实。这种技术在老年人群中的接受程度较低。目前仍缺乏一个全面的准则来规范这些技术在医学上的应用。

（解放军联勤保障部队第九二〇医院 浦路桥 郭民政 李川 编译）

表 1 医学中虚拟现实研究的 10 个最有成效的期刊（8 399 篇文章）

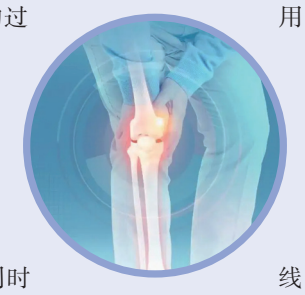
杂志	出版物，n（%）	每个出版物被引用次数（CPP）	2019 年影响因子	研究领域
Lecture Notes in Computer Science	207（2.46）	3.2	0.402	计算机科学
Cyberpsychology,Behavior and Social Networking	119（1.42）	29.3	2.258	心理学
Proceedings of SPIE	97（1.5）	1.6	N/A	计算机科学，光学
Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques	96（1.14）	33.7	3.149	外科学
Annual Review of Cybertherapy and Telemedcine	92（1.10）	1.7	N/A	计算机科学
PLOS One	81（0.96）	12.4	2.74	科学技术
Journal of Neuroengineering and Rehabilitation	73（0.87）	27.0	3.519	E 工程、神经科学和神经病学、康复
Studies in Health Technology and Informalics	73（0.87）	5.8	N/A	卫生保健科学和服务，医学信息学
Journal of Surgical Education	69（0.82）	14.7	2.22	教育以及教育研究，外科学
Frontiers in Rsychology	48（0.57）	7.7	2.067	心理学

虚拟现实技术在膝关节置换手术训练和模拟中的应用

【据《Knee Arthroplasty》2021年7月】报道题：虚拟现实技术在膝关节置换手术训练和模拟中的应用（加拿大不列颠哥伦比亚大学 作者Goh GS等）

在近10年中，随着计算能力和图像处理的快速发展，我们现代医疗技术的方方面面已经发生了巨大改变，特别是虚拟和增强现实技术在骨科领域的广泛应用。本综述的目的是探讨沉浸式虚拟现实（IVR）、增强现实（AR）和混合现实（MR）技术在膝关节置换术中的作用。作者简要地讨论了它在术前规划和术中导航中的应用，然后深入回顾了它革新现代外科训练和教育的潜力。作者还提供了一个新型IVR模拟器的样本工作，以证明其在膝关节置换教学方面的实用性。

IVR在航空工业和军事领域得到了广泛的应用，最近才在骨科方向上得到普及。无论是在临床还是科教方面，IVR技术作为辅助工具可以准确地模拟现实中的过程，且不会对患者产生额外的风险。AR和MR这些模拟技术，已经被证明可以提高髋膝关节置换中定位的准确性。同时这些技术还可以用于骨科手术的术前计划和术中导航。



作者利用虚拟技术设计了一款AR的导航系统应用，这种专有的AR手术平台使用先进的传感器并集成检测系统，通过在手术伤口内的标记锚点来定位股骨和胫骨，这不仅避免了反复X线透视而且不需要笨重的外部生物力学确认系统，同时也节省了科室大型辅助设备的开支，使小面积非住院外科中心的设立成为可能。

这项技术虽然有一定的局限性，主要包括图像质量、存在感、触觉真实感等方面；但也反映了未来骨科技术的巨大希望，它使医生能够实时可视化患者特定的解剖结构，完成术前规划并提供术中指导，从而提高了手术的准确性及治疗效果。

（解放军联勤保障部队第九二〇医院 蒙旭晗 张颖 李川 编译）

增强和虚拟现实技术在脊柱外科中的应用现状和前景

【据《The Spine Journal》2021年3月报道】题：增强和虚拟现实技术在脊柱外科中的应用现状和前景（美国马萨诸塞州总医院 作者Ghaednia H等）

随着人工智能领域的发展，增强现实（AR）和虚拟现实（VR）正在骨科医疗领域迅猛发展，使人工智能技术在脊柱外科领域获得了推广运用。在这篇报道中，来自美国马萨诸塞州总医院的Ghaednia教授和他的团队分析了脊柱外科虚拟技术的应用现状、未来的潜力及可行性。

近10年来，科技的进步推动了社会的发展，医疗方面也不例外。VR、AR技术由跟踪系统、显示和计算系统组成，通过与外部不同设备的虚拟交互实现成像，运用外部运动传感器或机器实现视觉跟踪。一般来说这些计算系统可以分为两个部分。一类是完全独立的系统，其中有三个组件都被合并到单个设备中，或者多个设备可以相互融合；另一类设备则是混合现实（MR）眼镜。

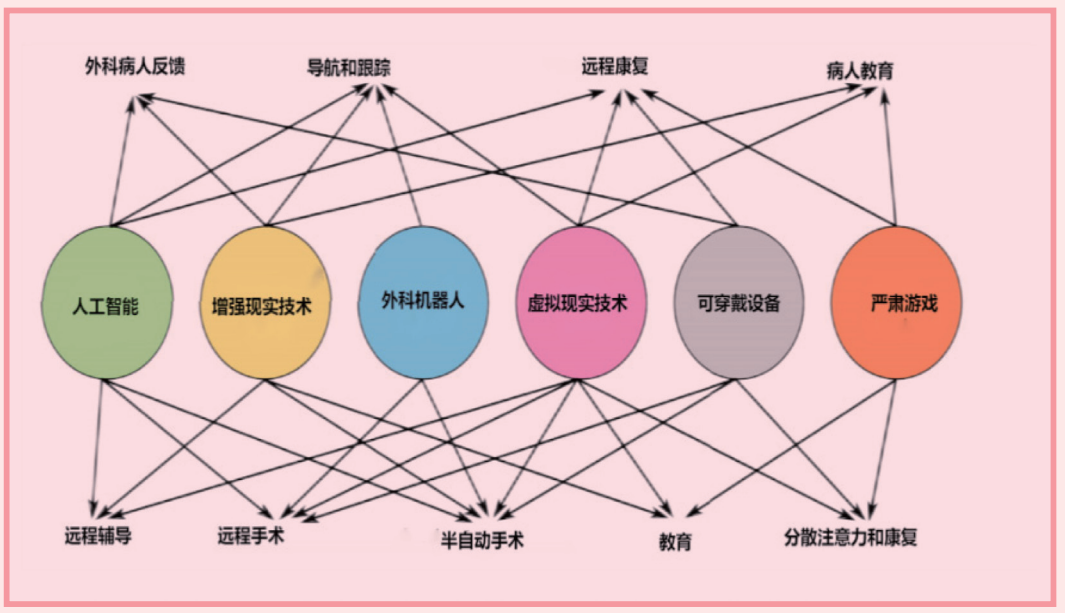


图 1 AR 和 VR 与其他技术的融合

AI技术的发展让VR、AR应用在脊柱手术方面成为可能。其中主要的应用之一是作为辅助导航工具。通过分析如CT、X线、MRI或超声图像的数据，完成计算机视觉技术、图像的模拟。因此实现了在没有实时透视的前提下，采用虚拟模拟软件，精确地完成手术操作。这可以大大地减少患者和医生的X线辐射伤害。通过使用头戴式AR指引系统，把跟踪摄像头和皮肤标记将针头轨迹路径和患者身体联系起来，进行“幻影实验”，使手术操作更为精细。

虚拟技术在手术中的另一应用体现在术前计划上，创建的3D虚拟模型被实时叠加在手术图像上，实现虚拟成像，更好地获得术中解剖细节，通过使用虚拟交互系统，将虚拟成像叠加在主刀医生的视野上。这样不但可以提高手术的安全性，还可以实时观察术中情况。另外特别是在解剖学的教学方面，这项技术被认为是最有趣的应用，学习者可以通过平板电脑完成有趣的学习和课后的测验。

AR、VR技术也有一定的局限性，例如头戴式设备的佩戴，会导致佩戴者头痛、头晕和不适。AR和VR系统的学习曲线较长，无法模拟身体触摸感觉等。但这些局限都可以通过技术的进步和医生配合来解决。由此可见，虚拟技术虽然具有一定的局限性，但在医疗临床、教育领域的前途是光明的（图1）。可以想象未来我们的虚拟技术一定会使脊柱外科的发展更加辉煌。

（解放军联勤保障部队第九二〇医院 陈旭升 张颖 李川 编译）

上接第 5 版

管暂未成为一项相对独立的技术，却已成为大多数医疗器械的设计和发展的引导者。

连续体机器人可通过自然弯曲来改变方向，这一运动模式取代了关节运动，使机器人更加灵活与柔软。相较于传统机器人，连续体机器人所需操作空间更小，安全性也更高。近年的研究热点集中于运动模式的改变，减少机器人与外部的接触和负荷、按需刚度的改变、软体-连续体等特定用途的机器人设计。该项技术的主要进步在于已经从实验室带到临床，虽然其开始运用于心脏介入手术，但仍处于技术发展的初期。

有关机器人的研究报道从1990年的不到10篇激增到2020年的5200余篇，侧面反映了这个领域的火爆增长。多数的研究已经证明，医疗机器人的运用可以缩短患者的住院、康复时间，避免再次手术和减少输血。对医生来说，则可以减少职业病发病率，减轻精神压力，改善生活质量，延长职业生涯。未来，医疗机器人仍将处于医学研究的前沿，机器人会更加高效、智能，将从根本上颠覆现有的手术方式，简化并优化手术操作，以此提升手术的准确性，从而避免潜在的术后并发症和再次手术。未来全自动医疗机器人的运用仍然存在技术和伦理的限制，但是在人为监测下自动完成部分操作是一个潜在的发展方向（图2）。最后，尽管具备多种优势，医学机器人的发展之路仍然困难重重。最大的障碍在于如何完成从实验室到临床的跨越，这一步受到医生主观的影响。同时机器人发展也面临着医院政策和资金的限制。

图 2 医疗机器人等级及未来发展方向

（解放军联勤保障部队第九二〇医院 饶宇 李川 郭民政 编译）